

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

**FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA DE SISTEMAS
BOGOTÁ D.C.**

LICENCIA CREATIVE COMMONS: Atribucion-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

AÑO DE ELABORACIÓN: 2018

TÍTULO: Método automático para el Reconocimiento de Gestos de Manos para la categorización de vocales y números en Lenguaje de Señas Colombiano

AUTOR (ES): Jimenez Forero, Gabriel y Moreno Mosquera, Evert Esneyder.

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES): Avendaño Guzman, Roger Enrique.

MODALIDAD: Trabajo de investigación.

PÁGINAS: 134 **TABLAS:** 10 **CUADROS:** 0 **FIGURAS:** 72 **ANEXOS:** 4

CONTENIDO:

- 1 GENERALIDADES
 - 1.1 ANTECEDENTES
 - 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
 - 1.2.1 Descripción del problema
 - 1.2.2 Formulación del problema
 - 1.3 OBJETIVOS
 - 1.3.1 Objetivo general
 - 1.3.2 Objetivos específicos
 - 1.4 JUSTIFICACIÓN
 - 1.5 DELIMITACIÓN
 - 1.5.1 Limitación
 - 1.5.2 Alcance
 - 1.6 MARCO REFERENCIAL
 - 1.6.1 MARCO TEÓRICO
 - 1.6.1.1 Voz y señas
 - 1.6.1.2 Fundación HETAH
 - 1.6.1.3 Centro de relevo Colombia



1.6.2 MARCO CONCEPTUAL

- 1.6.2.1 Pre-procesamiento
- 1.6.2.2 Extracción de características
- 1.6.2.3 Muestreo
- 1.6.2.4 Técnicas de clasificación
- 1.6.2.5 Medidas de desempeño

1.7 METODOLOGÍA

- 1.8 DISEÑO METODOLOGICO
- 1.9 INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO
- 1.10 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN
- 1.11 DISCUSIÓN / RESULTADOS
- 1.12 CONCLUSIONES
- 1.13 RECOMENDACIONES
- 1.14 BIBLIOGRAFÍA

DESCRIPCIÓN: Este experimento desarrolló un sistema que está diseñado para facilitar la comunicación entre las personas que tienen la discapacidad auditiva. El experimento tiene técnicas de aprendizaje de máquina para realizar el debido proceso de reconocimiento de gestos de mano del lenguaje de señas colombiano, reconociendo los números de 0 a 5 y las vocales.

Este experimento se realiza a través de 6 etapas: conjunto de datos, preprocesamiento, muestreo, extracción de las características, clasificación para la identificación del gesto que se está realizando y finalmente la medida de rendimiento del clasificador.

METODOLOGÍA:

Conjunto de datos: En esta etapa se realiza un trabajo de campo el cual consistió en tomar fotografías usando una cámara fujifilm finepix s4800 desde 3 diferentes perspectivas a los gestos de manos de las vocales y los números del 0 al 5 del LSC de varias personas con diferentes tamaños de manos, color, iluminación de ambiente como también si en la fotografía se usó o no flash, obteniendo como resultado un total de 3324 con resolución de 4608 x 2592 pixeles en formato .JPG, ver Anexo A, todas y cada una de ellas son clasificadas en carpetas y etiquetadas según lo que representa.



Pre-procesamiento: En esta etapa se extraen las imágenes del conjunto de datos y se aplica la siguiente serie de técnicas: redimensión de imagen, conversión RGB a YCBCR, binarización, erosión y finalmente llenado de huecos esto con el fin de limpiar la imagen y dejarla lista para su próxima etapa.

Extracción de características: Posterior a la etapa de pre procesamiento, se representa numéricamente la imagen. Los 4 métodos utilizados para la extracción de características son: Momentos de Hu, Histogramas orientados a gradientes, características geométricas y elípticas de Fourier, obteniendo como resultado los vectores de características de valor numérico correspondientes de cada imagen. Para cada método utilizado se genera un documento .txt con el nombre de la imagen seguido por el vector de características y por último la etiqueta.

Muestreo: En esta etapa se realiza el muestreo usando validación cruzada de k-folds usando 5 folios, los datos se dividen con porcentajes de 70%, 75% y 80% para entrenar el algoritmo y porcentajes de 30%, 25%, 20% para el conjunto de pruebas, respectivamente, de cada folio se obtiene una puntuación de validación y finalmente se calcula el promedio de las puntuaciones.

Clasificación: La etapa de clasificación se compone de dos unidades claves, la unidad de extracción de características y la unidad de clasificación de patrones. Primeramente, se extraen las características como los Momentos de Hu, Histogramas Orientados a Gradientes, Elípticos de Fourier y las características geométricas. Aplicándole PCA (Análisis de componentes principales) a las HOG para tomar solo las características más relevantes o importantes. Siguiendo con la unidad de clasificación de patrones se implementa utilizando los métodos de Maquinas de Soporte Vectorial, Redes Neuronales y finalmente K-Vecinos más cercanos.

Para la clasificación con Maquinas de Soporte Vectorial, se utilizó los siguientes hiper-parámetros:

- KERNEL = rbf
- GAMMA = 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 0.2, 0.5
- C = 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000

Para la clasificación con K-Vecinos más cercanos, se utilizó los siguientes hiper-parámetros:

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

- `n_neighbors = 1,2,4,6,8,10`
- `algorithm = auto`
- `weights = uniform, distance`
- `n_jobs = -1`

Para la clasificación con Redes Neuronales, se utilizó los siguientes hiperparámetros:

- `Activation = identity, logistic, tanh, relu`
- `Solver = lbfgs`
- `learning_rate_init = 0.0001`
- `hidden_layer_sizes = (100, 1), (100, 2), (100, 3)`

Tabla de reportes: En esta etapa se aplican técnicas de medidas de desempeño esto se realiza para saber qué tan eficiente es el método de clasificación que se aplica. Para obtener estas medidas de desempeño se utiliza las medidas de *Precision*, *Recall* y *F1-Score*.

Se utilizaron tecnologías como: Numpy, Pandas, Scikit-learn, OpenCV, Scipy, Imageop, Pyefd, Skimage, Seaborn, Collections, Matplotlib, Os, TensorFlow, TensorFlow Lite, Android Studio, Google Cloud Platform, Firebase.

PALABRAS CLAVE: LENGUAJE DE SEÑAS DE COLOMBIA (LSC), RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES, APRENDIZAJE DE MÁQUINA, GESTOS DE MANOS, ALGORITMOS CLASIFICACIÓN.

CONCLUSIONES:

- En este experimento se discuten varios métodos para el reconocimiento de gestos de mano, incluyendo *Maquinas de Soporte Vectorial*, *Redes Neuronales* y los *K-Vecinos más cercanos*. Siendo las Maquinas de Soporte Vectorial las más precisas a la hora de clasificar o reconocer los gestos.

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

- Se presenta el primer conjunto de datos elaborado para el lenguaje de señas colombiano para vocales y números de 0 a 5.
- En el proceso de extracción de características, las características (HOG) fueron las más relevantes en cuanto a información detallada de cada una de las imágenes.
- Las características geométricas no dieron muy buen resultado porque la mayoría de las imágenes tienen características similares como el Área, el contorno, entre otras. Por esta razón el algoritmo confundía o predecía de mala manera las señales.
- En el proceso de validación cruzada, luego de probar con 70%-30%, 75%-25% y 80%-20% para Entrenamiento – Testeo respectivamente. La mejor partición de datos fue la de 80% para Entrenamiento y 20% para Testeo de los datos.
- Se desarrolla la primera aplicación móvil (Android) para el reconocimiento de gestos de manos del lenguaje de señas colombiano para las vocales y números del 0 al 5, ver **Error! Reference source not found.**
- Se discute el margen de error que se evidencia en la confusión que se presenta entre la vocal U y el numero 0 debido a que el algoritmo encontró similitudes en sus características.

FUENTES:

A. HERVÉ, W. LYNNE. Principal component analysis [en línea]. EEUU: The University of Texas at Dallas [Citado el 31 Octubre, 2018].

A. KATARIA AND M, D. SINGH. Artificial Neural Network. A Review of Data Classification Using K-Nearest Neighbour Algorithm [en línea]. S.I.: P.G. Scholar, Thapar Universit [Citado el 27 octubre 2018]. Disponible en: <<https://pdfs.semanticscholar.org/8528/60f7a861c2353a88a52a5a74b5db2ef32504.pdf>>



ABIY, THADDEUS, TILIKSEW, BEAKAL Y SILVERMAN, JOSH. Convex Hull. [en línea]. s.l.:ABIY, Thaddeus, TILIKSEW, Beakal y SILVERMAN, Josh. [Citado el 3 abril, 2018]. Disponible en: <<https://brilliant.org/wiki/convex-hull/#convex-hull>>

ALOJAMIENTOS. Tema 3: Filtros. [en línea].s.l.:alojamientos. [Citado el 4 Mayo, 2018]. Disponible en: <<http://alojamientos.us.es/gtocomap/pid/tema3-2.pdf>>

ATMAJA, RATRI DWI, MURTI, MUHAMMAD ARY, HALOMOAN, JUNARTHO Y SURATMAN, FIKY YOSEF. An image processing method to convert RGB image into binary. [en línea]. s.l.:ATMAJA, Ratri Dwi, MURTI, Muhammad Ary, HALOMOAN, Junartho y SURATMAN, Fiky Yosef [Citado el 3 abril, 2018]. Disponible en: <<https://pdfs.semanticscholar.org/a735/f52ec689e5aa8d14837e9192e79185916d84.pdf>>

B. VANAIAKSHI, K, SRI RAMA KRISHNA. CLASSIFICATION OF BOUNDARY AND REGION SHAPES USING HU-MOMENT INVARIANTS. [en línea]. India: Indian Journal of Computer Science and Engineering [Citado el 20 Octubre, 2018]. Disponible en: <<https://pdfs.semanticscholar.org/bbb5/1a68888c2c10a6f2e22faebd0f3d70fed44e.pdf>>

BESSA CARNEIRO, SÉRGIO, SANTOS, EDSON, BARBOSA, TALLES, FERREIRA, JOSÉ, SOARES ALCALÁ, SYMONE Y DA ROCHA, ADSON F.,[en línea] s.l ieeexplore. [Citado el 13 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7808522/>>

BHUIYAN, RASEL AHMED, TUSHAR, ABDUL KAWSAR, ASHIQUZZAMAN, AKM, SHIN, JUNGPIIL Y ISLAM, RASHEDUL. Reduction of Gesture Feature Dimension for Improving the Hand Gesture Recognition Performance of Numerical Sign Language. [en línea]. s.l.: ieeexplore. [Citado el 13 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8281833/>>

BOEREE, G y FUENZALIDA, C. Los Orígenes del Lenguaje. [en línea]. s.l.: BOEREE, G y FUENZALIDA, C [Citado el 27 marzo, 2018]. Disponible en internet: <<http://webpace.ship.edu/cgboer/origeneses.html>>

BROWNLEE, JASON. Gentle Introduction to the Bias-Variance Trade-Off in Machine Learning. [en línea]. s.l.: BROWNLEE, Jason. [Citado el 6 mayo, 2018].



Disponible en: <<https://machinelearningmastery.com/gentle-introduction-to-the-bias-variance-trade-off-in-machine-learning/>>

C. TSORNG-LIN, W. KUANG-BOR, C. LAY-RONG AND C. ZEN. A parallel algorithm for generating chain code of objects in binary images. [en línea]. Taiwan: Chung Cheng Institute and Technology and National Chiao Tung University [Citado el 31 Octubre, 2018]. Disponible en: <<https://ir.nctu.edu.tw/bitstream/11536/28132/1/000181174700001.pdf>>

CARNEGIE MELLON UNIVERSITY. Singular Value Decomposition. [en línea]. Pensilvania: Carnegie Mellon University [Citado el 4 Mayo, 2018]. Disponible en: <<https://www.cs.cmu.edu/~venkatg/teaching/CStheory-infoage/book-chapter-4.pdf>>

CENTRODERELEVO. Centro de Relevo Colombia. [en línea] Bogotá. centroderelevo. [Citado el 29 abril, 2018]. Disponible en internet: <<http://centroderelevo.gov.co/632/w3-channel.html>>.

COUSTY, JEAN, Introduction to Grayscale Image Processing by Mathematical Morphology. [en línea]. s.l.: COUSTY, Jean [Citado el 5 mayo, 2018]. Disponible <<https://perso.esiee.fr/~cousty/EnglishMorphoGraph/L6b.pdf>>

CAMPOS, N.. RGB to YCbCr conversion. [en línea]. s.l.: sistenix. [Citado el 17 de octubre del 2018]. Disponible <<https://sistenix.com/rgb2ycbcr.html>>

DATA SCIENCE. LEARN DATA SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE What is Semi-Supervised Learning? [en línea] [Citado: 9 mayo 2018]. Disponible en: <<https://www.datascience.com/blog/what-is-semi-supervised-learning>>

E, PRATHIBHA, Dr. MANJUNATH y R, LIKITHA. RGB to YCbCr Color Conversion using VHDL approach. [en línea]. s.l.: International Journal of Engineering Research and Development. [Citado el 17 de octubre del 2018]. Disponible <<http://www.ijerd.com/paper/vol1-issue3/C0131522.pdf>>

ELITE DATA SCIENCE. Overfitting in Machine Learning: What It Is and How to Prevent It. [en línea] [Citado: 9 mayo 2018]. Disponible en: <<https://elitedatascience.com/overfitting-in-machine-learning>>

ELITE DATASCIENCE. WTF is the Bias-Variance Tradeoff? (Infographic). [en línea], s.l.:Elite Datascience. [Consulta: 6 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://elitedatascience.com/bias-variance-tradeoff>>



ELLIBREPENSADOR. Discriminados en su silencio. [en línea]. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. [Citado el 23 junio, 2018]. Disponible en internet: <<http://librepensador.uexternado.edu.co/discriminados-en-su-silencio/>>

ELSAYED, RANIA A., ABDALLA, MAHMOUD I. Y SAYED, MOHAMMED S. Hybrid Method based on Multi-Feature Descriptor for Static Sign Language Recognition. [en línea] s.l.: ieeexplore. [Citado el 13 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8260039/>>

ELUNIVERSAL. Personas sordas también padecen baja autoestima. [en línea]. Cartagena de Indias. [Citado el 23 junio, 2018]. Disponible en internet: <<http://www.eluniversal.com.co/cartagena/vida-sana/personas-sordas-tambien-padecen-baja-autoestima-77770>>

ESWARA, VAMSI. What is Gaussian filtering in image processing? 2015 [en línea].s.l.:ESWARA, Vamsi [Citado el 5 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://www.quora.com/What-is-Gaussian-filtering-in-image-processing>>

EXSILIO SOLUTIONS. Accuracy, Precision, Recall & F1 Score: Interpretation of Performance Measures - Exsilio Blog. 2016-09-09 [en línea], s.l.: Exsilio solutions [Citado el 10 mayo, 2018]. Disponible en: <<http://blog.exsilio.com/all/accuracy-precision-recall-f1-score-interpretation-of-performance-measures/>>

G, JÉRÉMY. B, FABIEN, G. CATHERINE AND C. ANDRÉ. Elliptical Fourier descriptors for contours in three dimensions: A new tool for morphometrical analysis in biology. [en línea]. France: hôpitaux universitaires de Strasbourg. [Citado el 20 Octubre, 2018]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/223994652_Elliptical_Fourier_descriptors_for_contours_in_three_dimensions_A_new_tool_for_morphometrical_analysis_in_biology>

Gabriel Abreu Joao, João Marcelo Teixeira, Lucas Silva Figueiredo, Veronica Teichrieb, Evaluating Sign Language Recognition Using the Myo Armband. s.l.: [Citado el 27 marzo, 2018]. Disponible en internet:<https://www.researchgate.net/publication/305525348_Evaluating_Sign_Language_Recognition_Using_the_Myo_Armband>

GARCÍA CORTÉS, DIANA CAROLINA. Reconocimiento de gestos de manos como mecanismo de interacción humano-computador [en línea]. Bogotá:

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

Vigilada Mineducación

RIUCaC

Universidad Nacional de Colombia. [Citado el 15 mayo, 2018]. Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/46239/>>

GUANTE SORMUCO - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. [en línea]. s.l. [Citado el 19 marzo, 2018]. Disponible en internet: <<https://sites.google.com/site/guantesormuco/planteamiento-del-problema>>

GUERRERO, JUAN Y PÉREZ, WILSON, FPGA-based translation system from colombian sign language to text .[en línea]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. [Citado el 16 mayo, 2018]. Disponible en: <<http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v82n189/v82n189a22.pdf>>

GUYON, I y ELISSEEF, A. An Introduction to Feature Extraction. [en línea]. s.l.: ClopiNet. [Citado el 5 mayo, 2018]. Disponible <<http://clopinet.com/fextract-book/IntroFS.pdf>>

HERNÁNDEZ, A. UNIDAD TEMÁTICA I COMUNICACIÓN VERBAL Y NO VERBAL. [en línea]. s.l.: HERNÁNDEZ, A [Citado el 27 marzo, 2018]. Disponible en internet: <<https://licangelahdez.files.wordpress.com/2014/01/unidad-i-com-verbal-y-no-verbal-eoeii.pdf>> p. 2.

HETAH. HETAH [en línea]. s.l.: HETAH. [Citado el 29 abril, 2018]. Disponible en internet: <<http://hetah.net/>>

HUANG Z., LENG, J. Analysis of Hu's Moment Invariants on Image Scaling and Rotation. [en línea]. China and Australia: ChongQing University and Edith Cowan University [Citado el 20 Octubre, 2018]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/224146066_Analysis_of_Hu's_moment_invariants_on_image_scaling_and_rotation>

INSOR. Contexto general de la población sorda en Colombia. [en línea]. Bogotá: INSOR. [Citado el 28 marzo, 2018]. Disponible en internet: <http://www.insor.gov.co/observatorio/download/Infog_pan_sordos_Col_sept2016.pdf>

INVESTOPEDIA. Standard Deviation. [en línea]. s.l.: Investopedia [Citado el 4 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://www.investopedia.com/terms/s/standarddeviation.asp>>



INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY. Stratified Sampling – Cap 4 [en línea]. India [Citado el 27 Octubre, 2018]. Disponible en: <<http://home.iitk.ac.in/~shalab/sampling/chapter4-sampling-stratified-sampling.pdf>>

L, JONATHAN. 2015. Leave-one-out cross-validation. [en línea]. s.l.:LANDY, Jonathan [Citado el 5 mayo, 2018]. Disponible en: <<http://efavdb.com/leave-one-out-cross-validation/>>

LISA LAB. Deep Learning Tutorial [en línea], s.l.: University of Montreal [Citado el 1 noviembre, 2018]. Disponible en: <<http://deeplearning.net/tutorial/deeplearning.pdf>>

MCGONAGLE, JOHN Y BELETE, KALEAB. Artificial Neural Network. [en línea]. S.l.: Brilliant. [Citado el 9 mayo 2018]. Disponible en: <<https://brilliant.org/wiki/artificial-neural-network/>>

MEDIUM, Machine Learning for Humans, Part 2.1: Supervised Learning. [en línea], s.l.: Medium. [Citado el 9 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://medium.com/machine-learning-for-humans/supervised-learning-740383a2feab>>

MEDIUM. Machine Learning for Humans, Part 3 Unsupervised Learning. [en línea] s.l.: Medium. [Citado el 9 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://medium.com/machine-learning-for-humans/unsupervised-learning-f45587588294>>

MEDIUM. Making Sense of the Bias / Variance Trade-off in (Deep) Reinforcement Learning. [en línea], s.l.: Medium. [Citado el 8 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://medium.com/mlreview/making-sense-of-the-bias-variance-trade-off-in-deep-reinforcement-learning-79cf1e83d565>>

MIT UNIVERSITY. Singular Value Decomposition (SVD) tutorial. [en línea]. Massachusetts: Instituto Tecnológico de Massachusetts [Citado el 4 Mayo, 2018]. Disponible en: <http://web.mit.edu/be.400/www/SVD/Singular_Value_Decomposition.htm>

N DALAL, B.TRIGGS. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection [en línea]. Francia. CVPR 2005 [Citado el 18 Octubre, 2018]. Disponible en: <<http://csrc.ucf.edu/courses/CAP5415/Fall2013/Lecture-5.5-HOG.pdf>>



NIKAM, SAGAR S. A Comparative Study of Classification Techniques in Data Mining Algorithms. [en línea], s.l.: NIKAM, Sagar S. [Citado el 8 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://pdfs.semanticscholar.org/7c97/57ee09afa570db37f04e3b6cc4da0e2f3571.pdf%0Awww.computerscijournal.org.>>

NUGENT, P.M.. Psychology Dictionary. Definition of SUBJECTIVITY. [en línea]. s.l.: NUGENT, P.M. [Citado el 29 marzo, 2018]. Disponible en internet: <<https://psychologydictionary.org/subjectivity/>>

O'SHEA, KEIRON Y NASH, RYAN, An Introduction to Convolutional Neural Networks. [en línea], s.l.: O'SHEA, Keiron y NASH, Ryan. [Citado el 7 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://arxiv.org/pdf/1511.08458.pdf>>

PARK, CHEONG HEE Y PARK, HAESUN. Nonlinear feature extraction based on centroids and kernel functions. Pattern Recognition,[en línea] s.l.: sciencedirect [Citado el 4 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031320303003224?via%3Dihub>>

PORQUE-SE.COM. ¿Por qué es importante la comunicación? [en línea]. s.l.: Porque-se.com. ¿Por qué es importante la comunicación? [Citado el 27 marzo, 2018]. Disponible en internet: <<https://porque-se.com/es-importante-la-comunicacion/>>

RADIO.FELD.CVUT.CZ. Binary Image Operations. [en línea]. s.l.:radio.feld.cvut.cz [Citado el 3 mayo, 2018]. Disponible en: <<http://radio.feld.cvut.cz/matlab/toolbox/images/binary.html>>

REFAEILZADEH, PAYAM, TANG, LEI y HUAN, LIU, [sin fecha]. Scientific Fundamentals. [en línea], [Citado el 5 mayo, 2018]. Disponible en: <<http://leitang.net/papers/ency-cross-validation.pdf>>

ROUSE, MARGARET, WHATLS.COM. What is data sampling?2014 [en línea]. s.l.:ROUSE, Margaret. [Citado el 5 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://searchbusinessanalytics.techtarget.com/definition/data-sampling>>

ROUSE, MARGARET, ¿Qué es Aprendizaje automático (machine learning)? [en línea]. s.l.: ROUSE, Margaret. [Citado el 8 mayo, 2018]. Disponible en:

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

<<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Aprendizaje-automatico-machine-learning>>

SAEDSAYAD, Support Vector Machine. [en línea], s.l.: Saedsayad. [Citado el 7 mayo, 2018]. Disponible en: <http://www.saedsayad.com/support_vector_machine.htm>

SAN DIEGO STATE UNIVERSITY. Regionprops. [en línea]. California, San Diego. [Citado el 27 Octubre, 2018]. Disponible en: <<https://edoras.sdsu.edu/doc/matlab/toolbox/images/regionprops.html>>

SCHNEIDER, JEFF. Cross Validation. 1997 [en línea].s.l.:SCHNEIDER, Jeff. [Citado el 5 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://www.cs.cmu.edu/~schneide/tut5/node42.html>>

SCOTT.FORTMANN-ROE. Understanding the Bias-Variance Tradeoff. [en línea], s.l.: scott.fortmann-roe. [Citado el 6 mayo, 2018]. Disponible en: <<http://scott.fortmann-roe.com/docs/BiasVariance.html>>

SEARCH ENTERPRISE IA. Supervised Learning. [en línea] s.l.: Search Enterprise IA [Citado el 9 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/supervised-learning>>

SIDDHARTH, J. Hole filling in Images. [en línea]. Pag: 22. s.l.: Semantic Scholar, Pag 24 [Citado el 15 octubre del 2018]]. Disponible en: <<https://pdfs.semanticscholar.org/428b/c86bbe5ba328a3016d0785f882579025b192.pdf>>

STANFORD UNIVERSITY. Introduction to Convolutional Neural Network. [en línea]. S.l.: Stanford, Estados Unidos [Citado el 28 Octubre 2018]. Disponible en: <https://web.stanford.edu/class/cs231a/lectures/intro_cnn.pdf>

T ,KOBAYASHI. A, HIDAKA, AND T, KURITA. Selection of Histograms of Oriented Gradients Features for Pedestrian Detection [en línea]. Japan: Institute of Advanced Industrial Science and Technology [Citado el 18 Octubre, 2018]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/221138890_Selection_of_Histograms_of_Oriented_Gradients_Features_for_Pedestrian_Detection>



TECHOPEDIA. Grayscale. [en línea].s.l.:Techopedia. [Citado el 4 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://www.techopedia.com/definition/7468/grayscale>>

TOWARDSDATASCIENCE, Accuracy, Precision, Recall or F1. [en línea], s.l.: Towardsdatascience. [Citado el 10 mayo, 2018]. Disponible en: <<https://towardsdatascience.com/accuracy-precision-recall-or-f1-331fb37c5cb9>>

TRIBUNA SALAMANCA. La tecnología actual en nuestra sociedad. [en línea]. Salamanca. [Citado el 27 marzo, 2018]. Disponible en internet: <<https://www.tribunasalamanca.com/noticias/la-tecnologia-actual-en-nuestra-sociedad/1369849795>>

UNIVERSITETET I OSLO. Chain Code [en línea]. Oslo [Citado el 31 Octubre, 2018]. Disponible en: <<https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF4300/h14/undervisningsmateriale/inf4300-2014-repetisjon-anne.pdf>>

VOZ Y SEÑAS. Voz y Señas, traductor LSM. [en línea]. s.l.: Voz y Señas. [Citado el 28 marzo, 2018]. Disponible en internet: <<http://www.vozysenas.com/>>

WOLFRAM. Morphology. [en línea]. s.l.:Wolfram [Citado el 5 mayo, 2018]. Disponible en: <<http://documents.wolfram.com/applications/digitalimage/UsersGuide/Morphology/imageProcessing6.3.html>>

WIKISTAT. Neural Networks and Introduction to Deep Learning [en línea], s.l.: Institut de Mathematiques de Toulouse [Citado el 1 noviembre, 2018]. Disponible en: < <https://www.math.univ-toulouse.fr/~besse/Wikistat/pdf/st-m-hdstat-rnn-deep-learning.pdf> >

YOUCHEN DU, SHENGLAN LIU, LIN FENG, MENGHUI CHEN, JIE WU. Hand Gesture Recognition with Leap Motion. [en línea]. s.l.: [Citado el 27 marzo, 2018]. Disponible en internet: <<https://arxiv.org/pdf/1711.04293.pdf>>

Z, ROMAN. Epoch-incremental reinforcement learning algorithms [en línea], s.l.: Rzeszów University of Technology. [Citado el 1 noviembre, 2018]. Disponible en: <
https://www.amcs.uz.zgora.pl/?action=download&pdf=AMCS_2013_23_3_11.pdf>

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

LISTA DE ANEXOS:

ANEXO A: CONJUNTO DE DATOS

ANEXO B: REPOSITORIO

ANEXO C: ARTÍCULO CIENTÍFICO

ANEXO D: APLICACIÓN MÓVIL (ANDROID)